

# 13. SEDIMENT OG TUNGMETALLER

## 13.1 Sediment

Mariager Fjord er velegnet til sedimentundersøgelser, fordi der findes områder med rolige aflejringsforhold på store vanddybder. I sådanne områder vil finkornet materiale og hermed partikulært bundne tungmetaller og næringssalte indgå i sedimentationen. Der dannes herved en lagfølge, og dermed en tidsfølge i sedimentet.

Sedimentdatering foretages ved at måle aktiviteten af isotopen bly-210. Bly-210 er en naturlig forekommende isotop, som henfalder med en halveringstid på 22 år. Metoden er velegnet til datering af sedimenter af alder op til 100-150 år, dvs. netop den tidshorison, som er aktuell i forureningsundersøgelser.

### 13.1.1 Prøvetagning og sedimentanalyser

Sedimentprøvetagning udført i 1991 skete på to lokaliteter, st. 7 og 8, i den vestlige del af Mariager Fjord, se figur 13.1. De to stationer er placeret således, at de ikke er direkte kildepåvirket af spildevandsudledning,

og sedimentet antages at repræsentere diffust belastede områder af Mariager Fjord (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1993).

Vanddybden på st. 7 er 22 m. Vandmassen over bunden er næsten altid lagdelt med et springlag i omkring 15 m's dybde. Vandet under springlaget er koldt (2-6 °C) og næsten altid iltfrit eller med meget lavt iltindhold (0-2 mg/l) (se kapitel 7 og 8). Vanddybden på st. 8 er 10,5 m. Vandmassen over sedimentet er i mindre grad lagdelt og iltindholdet varierer fra 0-18 mg/l.

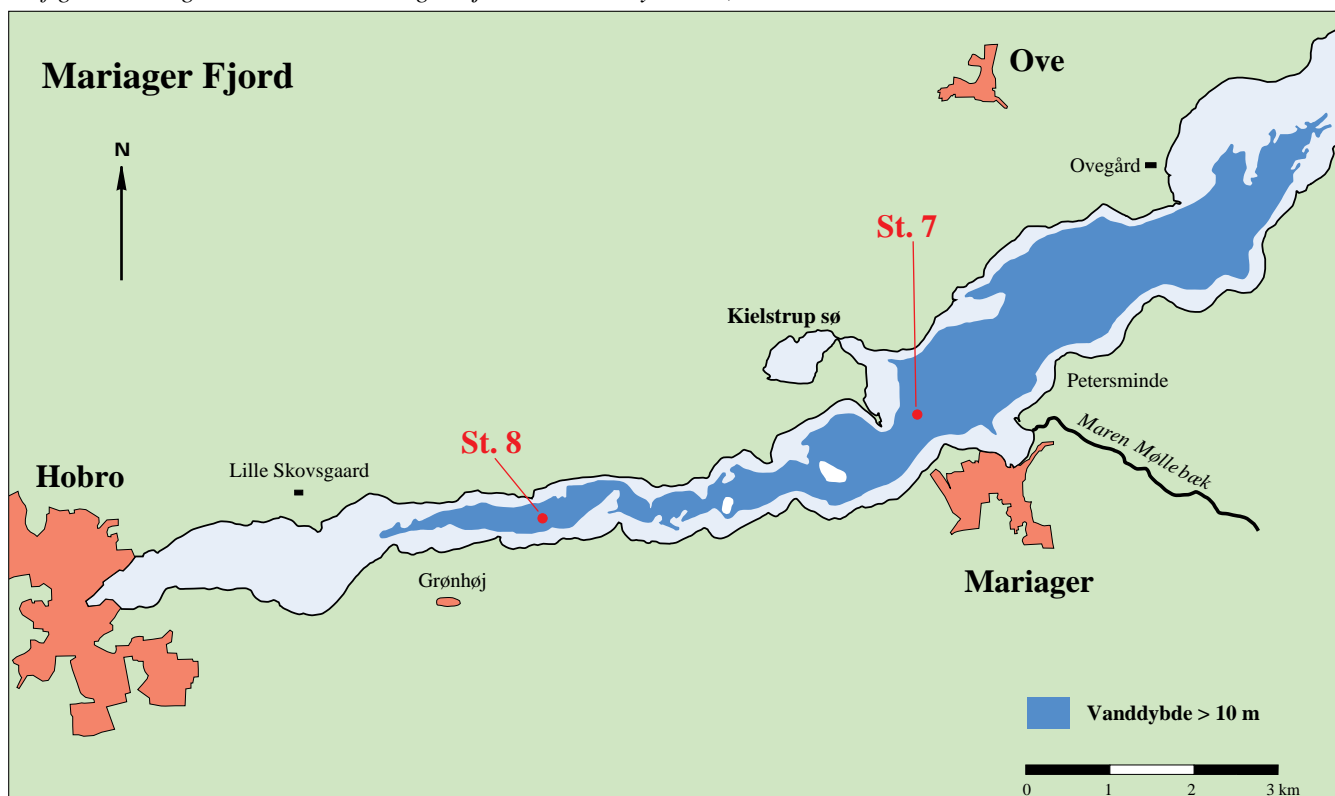
Prøvetagning blev udført ved hjælp af Kajak-rør (indvendig diameter 5,2 cm). Til tungmetalanalyse blev der på hver lokalitet udtaget 3 prøver som horisontalt blev opdelt med 2 cm interval, og herefter blev prøverne fra samme dybde blandet. På st. 7 blev der udtaget sedimentkerner til en sedimentdybde på 62 cm, og på st. 8 til en dybde af 24 cm.

Til undersøgelse af kvælstof- og fosforindholdet blev der ligeledes udtaget 3 delprøver. Delprøverne blev fraktioneret i følgende intervaller 0-2 cm, 2-5 cm,

Figur 13.1

Prøvetagningsstationer for sediment 1991 – st. 7 og st. 8.

På figuren er angivet området i Mariager Fjord med vanddybder større end 10 m.



5-10 cm, 15-20 cm, 20-30 cm og 30-40 cm. Samtlige prøver blev herefter nedfrosset indtil analyserne kunne udføres.

### 13.1.2 Sedimentbeskrivelse

Sedimentet på begge stationer består primært af marin gyttje, som er anerobt med svovlbrinte lugt. Figur 13.2a og 13.2b viser sedimentets tørstofindhold samt indhold af organisk stof (glødetab), som funktion af sedimentdybden.

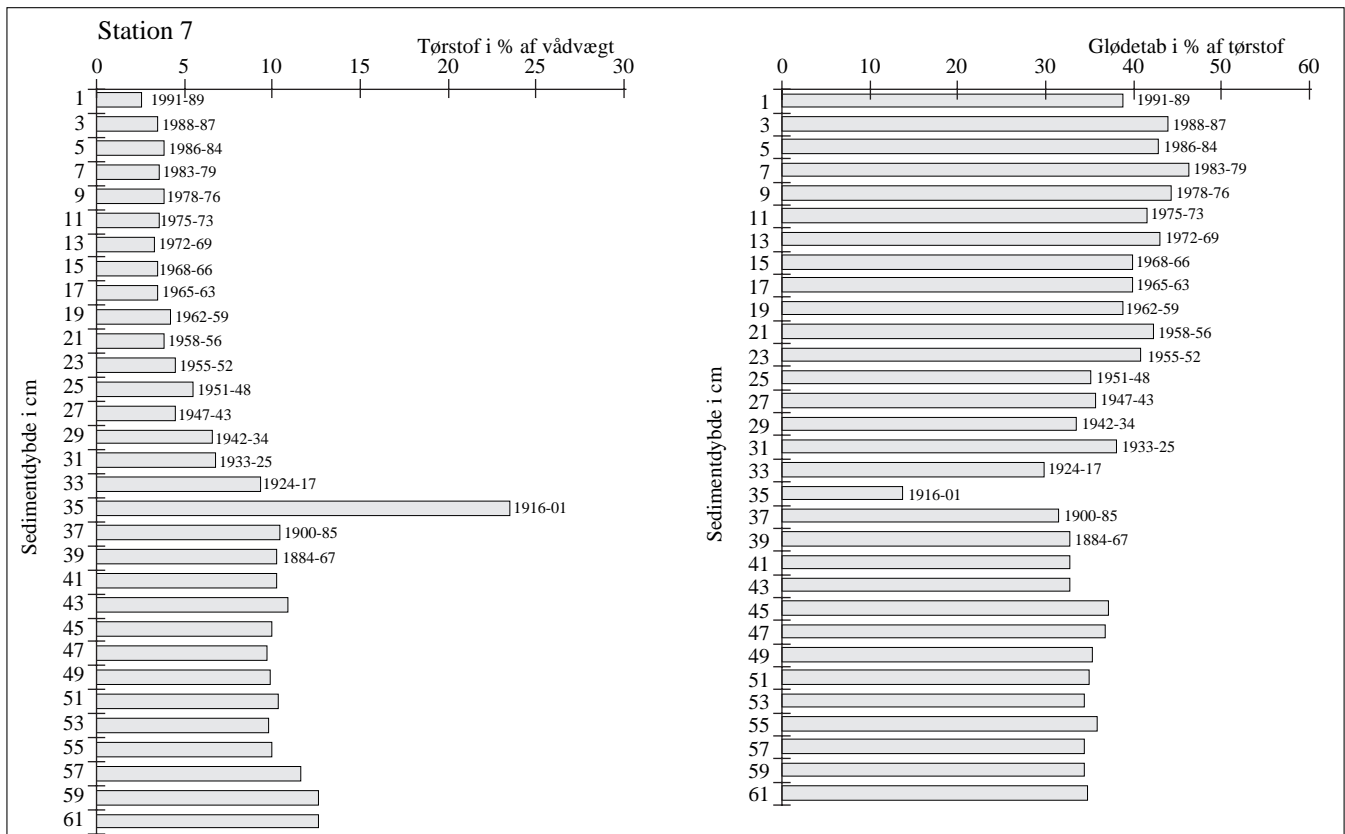
På st. 7 findes der ned til en dybde af 30 cm et tørstofindhold på mindre end 5%. Mellem 34 og 36 cm's dybde findes et lag kalkskaller, tørstofindholdet er her mere end 20%. Forekomsten af kalkskallerne kan måske tilskrives en tidligere nedskridning i bassinet af materiale fra områder, som ligger på lavere vanddybder, hvor blåmuslinger forekommer i stort tal. På baggrund af sedimentdateringen kan hændelsen tidsmæssigt sættes til omkring 1920. Efterhånden som sedimentet kompakteres med øget dybde bliver vandindholdet mindre og tørstofindholdet større, fra 36 til 62 cm stiger tørstofindholdet fra 10 til 13 %.

På st. 7 er glødetabet og hermed det organiske indhold størst i de øverste 0 til 26 cm. Glødetabet varierer her mellem 35 og 45% med de største værdier nærmest overfladen. Sediment fra 26 cm's dybde svarer til sediment aflejret i ca. 1950. Fra 26 til 62 cm (undtagen 34-36 cm) ligger glødetabet på ca. 30-35% af tørstofindholdet.

På st. 8 stiger tørstofindholdet jævnt med sedimentdybden fra 9% i det øverste lag til 23% i 24 cm. Fra 8 cm og til sedimentoverfladen (tidsmæssigt fra 1950) stiger glødetabet jævnt fra 29 til 37% af tørstofindholdet. Fra 10 til 24 cm's dybde ligger glødetabet omkring de 28%.

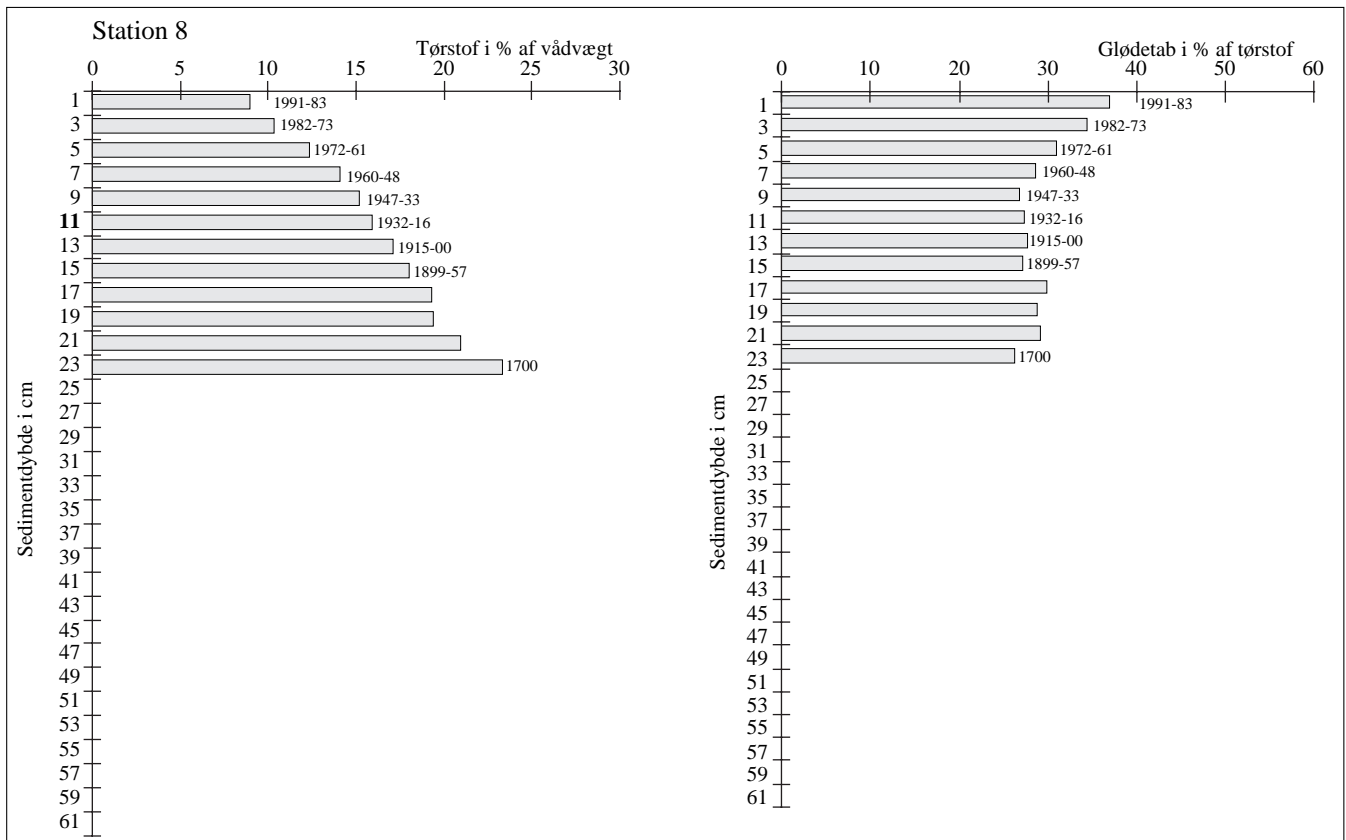
Selvom omsætningshastigheden af det organiske materiale ikke er kendt, er der ingen tvivl om, at stigningen i sedimentets organiske indhold fra 1950 og frem må tilskrives en reel øgning i sedimentationen af organisk stof, som sandsynligvis skyldes en øget algeproduktion. Indholdet af organisk stof på begge stationer er stort set konstant frem til 1950 og det må antages, at nedbrydningen af det organiske stof sker meget langsomt og kun forlader sedimentet i form af metangasudvikling.

Figur 13.2a  
 Profiler af tørstof og glødetab, samt datering på st. 7, 1991.



Figur 13.2b

Profiler af tørstof og glødetab, samt datering på st. 8, 1991.



### Kvælstof- og fosforanalyser

Botanisk Institut ved Århus Universitet har foretaget analyse af sedimentets indhold af total kvælstof og fosfor. Fosforindholdet er yderligere analyseret og opdelt på 4 fraktioner, adsorberet fosfor, jernbundet, calcium/magnesium bundet og organisk bundet fosfor. I nærværende rapport er fraktionerne ikke omtalt særskilt. En mere detaljeret beskrivelse findes i Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1993.

### Sedimentdatering

FORCE Institutterne, Division for Isotopteknik og Analyse har foretaget datering af sedimentet ved hjælp af bly-210. Principperne for bly-210 datering af sedimentkerner er nærmere beskrevet i Madsen *et al.*, 1979.

### 13.1.3 Sedimentakkumulation

Sedimentets alder som funktion af dybden er vist i figur 13.3. Fastsættelse af sedimentets alder ud over den aktuelt målte periode på 120 år er sket ved ekstrapolering af kurveforløbet.

På baggrund af den målte koncentrationer af bly-210 er akkumulationsraten beregnet for de to sedimentsta-

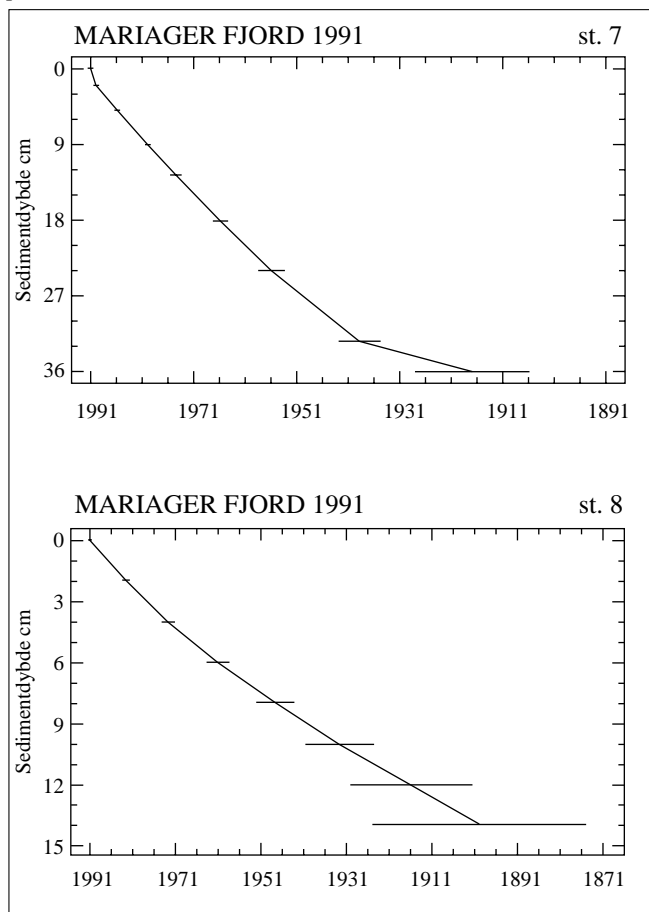
tioner. Akkumulationsraten er udtryk for, hvor meget stof der netto aflejres på bunden på et givet areal pr. år.

Akkumulationsraten på de to stationer er stort set identisk, ca. 300 g tørstof/m<sup>2</sup>/år, se tabel 13.1. På st. 7 er der dog ca. 10% større nettosedimentation. Under forudsætning af, at sedimentationen primært stammer fra algeproduktionen i den overliggende vandmasse viser målinger (Nordjyllands Amt og Århus Amtskommune, 1990b), at primærproduktionen på st. 7 og 8 er ens og udgør ca. 900 g kulstof/m<sup>2</sup>/år. Den lidt større nettosedimentation på st. 7 kan tilskrives det forhold, at den

Tabel 13.1  
Akkumulationsrater af tørstof på st. 7 og 8.

<b>Mariager Fjord st. 7, 22 m</b>	
Akkumulationsrate ± SD	320 g ± 12 g tørstof/m <sup>2</sup> /år
Lineær akkumulationsrate	6,9 mm/år
Effektiv blandingsdybde	1,1 cm
<b>Mariager Fjord st. 8, 10,5 m</b>	
Akkumulationsrate ± SD	275 g ± 14 g tørstof/m <sup>2</sup> /år
Lineær akkumulationsrate	1,5 mm/år
Effektiv blandingsdybde	0,5 cm

Figur 13.3  
Sedimentets datering som funktion af dybden på st. 7 og 8.  
Dateringen er angivet med den tilhørende standardafvigelse på bestemmelsen.



overliggende vandmasse i lange perioder er lagdelt med et ca. 10 m tykt bundlag med et iltindhold på under 2 mg/l, samt at temperaturen er forholdsvis lav. Organisk materiale, som sedimenterer ud, vil derfor i mindre omfang omsættes inden det sedimenterer. Sedimentprofilerne viser da også, med hensyn til organisk indhold (glødetab) (figur 13.2a), at den dybe st. 7 har ca. 30% større organisk indhold.

Den lineære akkumulationsrate, der udtrykker sedimenttilvæksten i mm pr. år, er ca. 7 mm på st. 7 og 1,5 mm på st. 8. Dette skyldes, at sedimentet ikke kompakterer som på st. 8 og derfor indeholder meget porevand, som bevirker, at lagtykkelsen bliver størst på st. 7. Det højere organiske indhold er sandsynligvis årsagen hertil.

For begge sedimentkerner gælder, at der sker forholdsvis ringe omlejring i sedimentet, og den fundne effektive blandingsdybde på henholdsvis 1,1 og 0,5 cm kan sandsynligvis tilskrives prøvetagningen, da der er tale om sammenblanding af 3 delprøver. Bioturbation

vil ikke forekomme, da iltforholdene i de dybere dele af Mariager Fjord er så dårlige, at der ikke forekommer højere dyrelev (se kapitel 12). Ligeledes er vanddybden så stor at bølgebevægelser ikke påvirker bunden.

Akkumulationsraten i Mariager Fjord er sammenlignet med andre lokaliteter forholdsvis lav (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1993). Derimod udgør sedimentationsraten af organisk stof en stor andel af nettosedimentationen i Mariager Fjord, og sammenlignet med andre områder er den organiske nettosedimentation stor. At akkumulationsraten af uorganisk stof er beskednen i den indre del af Mariager Fjords skyldes bl.a., at der ikke er store ferskvandsafstrømninger, som kan transportere sand og lerpartikler ud i fjorden. Den større vanddybde i fjorden bevirker også, at der ikke er den store laterale transport som følge af bølge eller strømpåvirkning af bundsedimentet.

### 13.1.4 Sedimentation

Der blev i sommerhalvåret 1993 gennemført en undersøgelse af sedimentationen i den dybe del af Inderfjorden ud for Mariager, umiddelbart nord for st. M3 (Nordjyllands Amt, 1997b). Sedimenterende materiale blev opsamlet i sedimentfælder i 5, 10, 15 og 21 m's dybde. Fælderne blev udsat 8. marts og skiftet hver 14. dag indtil 23. september.

Sedimentationsraten for organisk stof, kvælstof og fosfor var væsentligt højere i den øvre opblandede vandmasse (5 og 10 meter) end i den nedre stillestående vandmasse (15 og 21 meter).

Sedimentation kunne kun forklare en lille del af faldet i kvælstof- og fosforkoncentrationen i den øvre vandmasse i foråret. Hovedparten af faldet skyldtes sandsynligvis, at kvælstof og fosfor blev optaget af alger, som derefter blev ædt af blåmuslinger, samt at kvælstof blev denitrificeret. I løbet af sommerhalvåret kunne sedimentation kun forklare en lille del af stigningen i koncentrationen af total-kvælstof og total-fosfor i den nedre vandmasse. Stigningen skyldtes sandsynligvis remineralisering af sedimenteret materiale af ældre dato. Der blev målt akkumulationsrater af kvælstof og fosfor af samme størrelsesorden som i 1991.

Kun omkring 2 % af primærproduktionen og algemængden, både udtrykt som kulstof og klorofyl sedimenterede ned gennem springlaget til den nedre stillestående vandmasse. Omkring 4 g kvælstof og 0,3 g fosfor sedimenterede til bunden pr. kvadratmeter på dybder større end 15-20 meter i løbet af undersøgelse-

sesperioden på 199 dage. Den fundne sedimentation af næringssalte er i samme størrelsesorden som den nettoakkumulation, der blev fundet ved undersøgelserne i 1991, se tabel 13.2 og 13.3. Dette indikerer, at kun en mindre del af det sedimenterede materiale omsættes med det samme, resten af nedbrydningen strækker sig over en årrække.

### 13.1.5 Kvælstof og fosfor

Sedimentets kvælstof- og fosforindhold er et resultat af dynamiske processer, hvor udvekslingen mellem vand og sediment sker med forskellig hastighed alt efter ændringer i fysiske og kemiske processer.

#### Kvælstof

Kvælstofindholdet falder på begge stationer med øget sedimentdybde (figur 13.4). Sedimentets kvælstofindhold var frem til 1950 på 13-16 mg N/g tørstof, mens målingerne i 1991 viser, at det nu er 21 mg N/g tørstof på st. 7 og 8. De målte koncentrationer fremgår af bilag 13.1 samt figur 13.4. Nettoakkumulationsraten blev beregnet til 7 g N/m<sup>2</sup>/år.

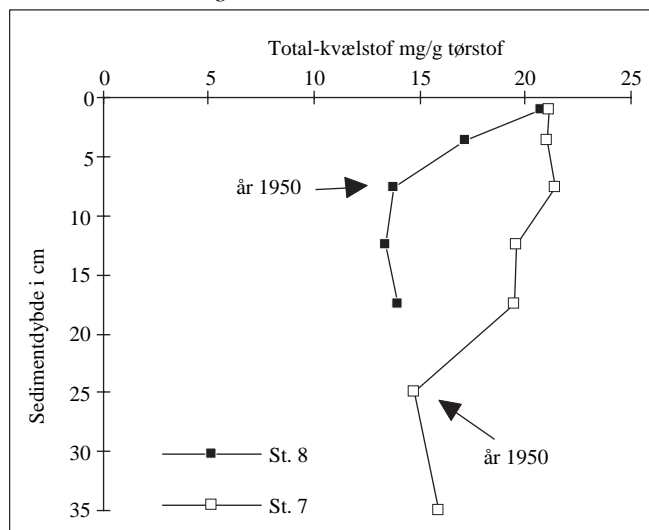
Tabel 13.2

Nettoakkumulationsraten af kvælstof i g/m<sup>2</sup>/år i Århus Bugt, Vejle fjord og Mariager Fjord.

Lokalitet	Nettoakkumulationsrate g N/m <sup>2</sup> /år
Århus Bugt	4,6 g N/m <sup>2</sup> /år
Mariager Fjord	7,0 g N/m <sup>2</sup> /år
Vejle Fjord	17,3 g N/m <sup>2</sup> /år

Figur 13.4

Sedimentets indhold af total-kvælstof (mg/g tørstof) som funktion af dybden. Pilene angiver sediment med en alder svarende til omkring år 1950.



I tabel 13.2 er nettoakkumulationsraten af kvælstof i Mariager Fjord sammenlignet med undersøgelsesresultater fra Århus Bugt og Vejle Fjord (Valeur *et al.*, 1990). Kvælstofakkumulationsraten i Mariager Fjord er ca. det dobbelte af Århus Bugt; men under det halve af akkumulationen i Vejle Fjord.

#### Fosfor

Sedimentets totale fosforindhold udviser på begge stationer faldende indhold med øget sedimentdybde (figur 13.5). Sedimentets fosforindhold var frem til 1950 mindre end 1,3 mg P/g tørstof, mens overfladeindholdet i 1991 på st. 7 var 2,4 mg P/g tørstof og på st. 8 2,0 mg P/g tørstof. Det er beregnet, at ca. halvdelen af den sedimenterede fosfor frigives til vandfasen og resten 0,3-0,4 g P/m<sup>2</sup>/år deponeres endeligt i sedimentet (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1993). De målte koncentrationer fordelt på forskellige fosforfraktioner fremgår af bilag 13.1 og figur 13.5.

I tabel 13.3 er nettoakkumulationsraten for fosfor i Mariager Fjord sammenlignet med undersøgelser fra Århus Bugt og Vejle Fjord (Valeur *et al.*, 1990). Netto-

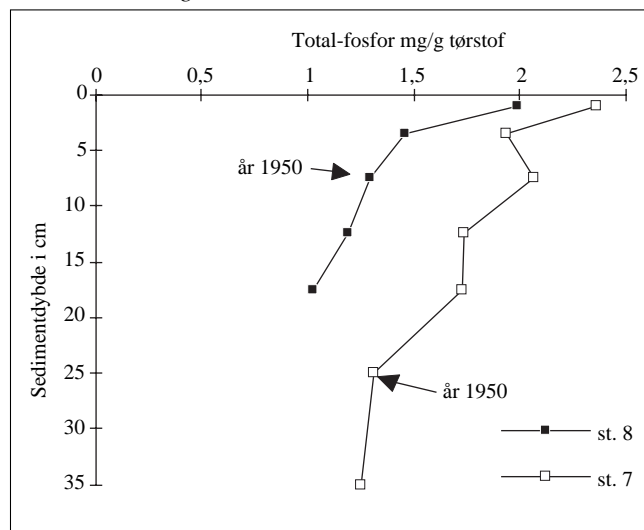
Tabel 13.3

Nettoakkumulationsraten af fosfor i g/m<sup>2</sup>/år i Århus Bugt, Vejle fjord og Mariager Fjord.

Lokalitet	Nettoakkumulationsrate g P/m <sup>2</sup> /år
Århus Bugt	0,63 g/m <sup>2</sup> /år
Mariager Fjord	0,64 g/m <sup>2</sup> /år
Vejle Fjord	1,6 g/m <sup>2</sup> /år

Figur 13.5

Sedimentets indhold af total-fosfor (mg/g tørstof) som funktion af dybden. Pilene angiver sediment med en alder svarende til omkring år 1950.



akkumulationsraten af fosfor på de undersøgte lokaliteter i Mariager Fjord og Århus Bugt er identiske. I forhold til Vejle Fjord er nettoakkumuleringen i Mariager Fjord kun ca. 1/3, hvilket sandsynligvis skyldes, at der i Mariager Fjord sker en mindre aflejring af fosfor bundet til lerminerale, som stammer fra kysterrosion.

## 13.2 Tungmetaller

Tungmetalundersøgelsen omfattede følgende metaller: kobber (Cu), nikkel (Ni), krom (Cr), bly (Pb), cadmium (Cd), kviksølv (Hg), zink (Zn), tin (Sn), og arsen (As).

Spørgsmålet om tungmetallernes giftighed afhænger i høj grad af den mængde de enkelte organismer udsættes for, samt under hvilke forhold påvirkningen sker. Effekten af tungmetalfurening er derfor ikke kun et spørgsmål om akutte effekter i form af massedød af fisk og andre dyr. Forureningen skal ses i sammenhæng med en række andre stressfaktorer, hvor tungmetaller medvirker til at overlevelse og formeringsevne på længere sigt kan være truet.

### Naturlige kilder

Tungmetaller er grundstoffer som naturligt forekommer i det marine miljø. De tilføres til stadighed med vandløb som følge af erosion af landjorden eller direk-

te erosion af kysten. Undersøgelser i Århus Amt har vist, at forskellige jordtyper og geologiske formationer indeholder meget forskellige koncentrationer af tungmetaller (Århus Amt, 1992c). Tilførsel via atmosfæren sker på globalt plan som følge af vulkansk aktivitet og skovbrande.

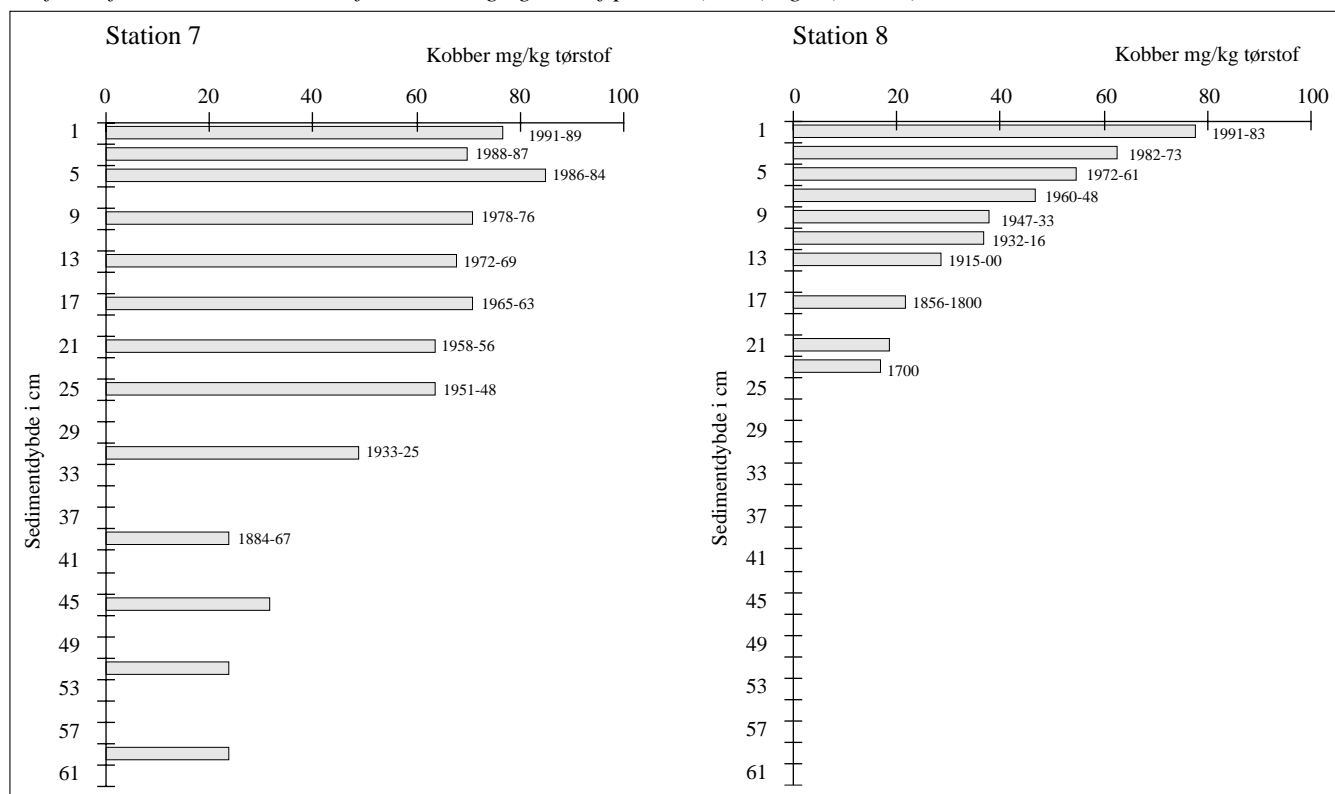
### Menneskeskabte kilder

Tungmetaller indgår i dag i en række produkter og industrielle processer. Spild herfra, under forarbejdning eller efterfølgende affaldshåndtering, havner ofte via spildevand eller luftforurening i det marine miljø, hvor det aflejres i sedimentet. På baggrund heraf kan den historiske udvikling i forureningen med tungmetaller ofte tidsfæstes, idet sedimentet opbygges i lagserier med de ældste lag nederst og yngre aflejringer øverst. Tungmetaller der aflejres i sedimentet vil med tiden bindes som tungtopløslige sulfider. Der sker således ikke omlejringer, som følge af at tungmetallerne frigives fra de forbindelser de oprindeligt blev tilført til sedimentet som.

### 13.2.1 Tungmetaller i sedimentet

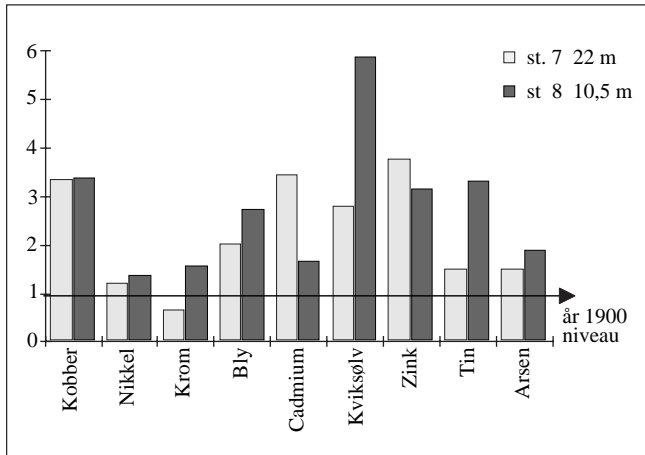
På baggrund af sedimentdateringen og koncentrationsmålinger, kan den tidsmæssige udvikling i tungmetalkoncentrationen følges i forskellige sedimenttybder.

Figur 13.6  
Profil af sedimentets indhold af kobber i mg/kg tørstof på st. 7 (22 m) og 8 (10,5 m).



Figur 13.7

Sedimentets tungmetalniveau fra de øverste 2 cm på st. 7 og 8 sammenlignet med det gennemsnitlige niveau før 1900. Niveaet før 1900 er sat lig med 1. Værdier på 2 svarer til en fordobling.



Figur 13.6. viser som eksempel udviklingen for koncentrationerne for kobber på de to stationer.

I figur 13.7 er det gennemsnitsniveauet (koncentrationsniveauet er sat lig med 1) i sedimentet fra før år 1900 sammenlignet med indholdet af tungmetaller i de øverste 2 cm af sedimentet, altså den nutidige situation.

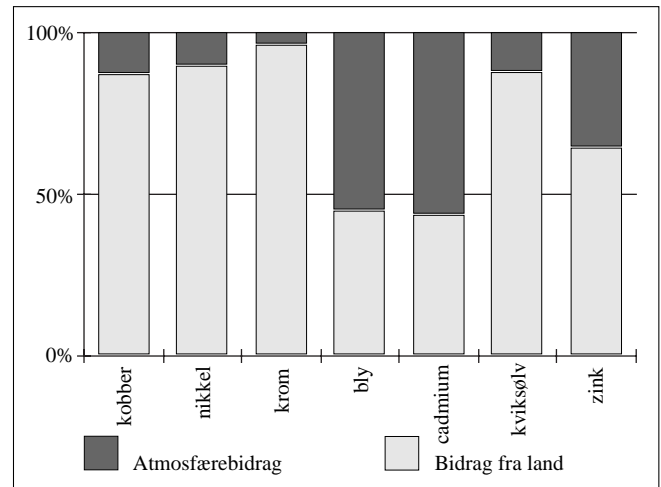
Fra omkring år 1900 er der sket en gradvis stigning i sedimentets indhold af kobber, bly, cadmium, kviksølv, zink, tin og arsen. Denne udvikling afspejler sig tydeligst på st. 8. Sedimentets indhold af krom og nikkel udviser derimod ikke nogen udviklingstendens i denne periode. Stigningen skyldes den industrielle udvikling, hvor forbruget af tungmetaller stiger i takt med, at de indgår i en lang række af processer og produkter og en øget anvendelse i landbrug, husholdning m.v. Udviklingen afspejler således både en øget lokal tilførsel, samt en tilførsel via fjerntransport i form af luftbåren spredning af tungmetaller.

### 13.2.2 Akkumulationsrater for tungmetaller

Akkumulationsraten, er et udtryk for hvor meget stof, der netto sedimenterer pr. tidsenhed, den beregnes ved at multiplicere tørstof akkumulationsraten ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{år}$ ) med sedimentets koncentration ( $\text{mg}/\text{kg}$  tørstof). Dette forudsætter, at lagfølgen i sedimentet er intakt, og at sedimentationsraten er konstant gennem tiden i hele sedimentsøjlen. Denne beregning kan umiddelbart foretages på sedimentet på st. 8, da forudsætningerne herfor er opfyldt.

Figur 13.8

Forholdet mellem mængden af tungmetaller fra atmosfæren og fra land. Forholdet gælder kun for de yngste aflejringer, 0 - 2 cm.



Kildefordelingen mellem atmosfærebidrag og bidrag fra land, til de øverste 0-2 cm sediment er vist i figur 13.8, og er det procentvise forhold mellem (akkumulationsraten - atmosfærebidraget/akkumulationsraten)  $\times 100$ . Atmosfærebidraget er baseret på gennemsnitlig nedfald i Danmark (Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium, 1986 og Jensen, 1992)

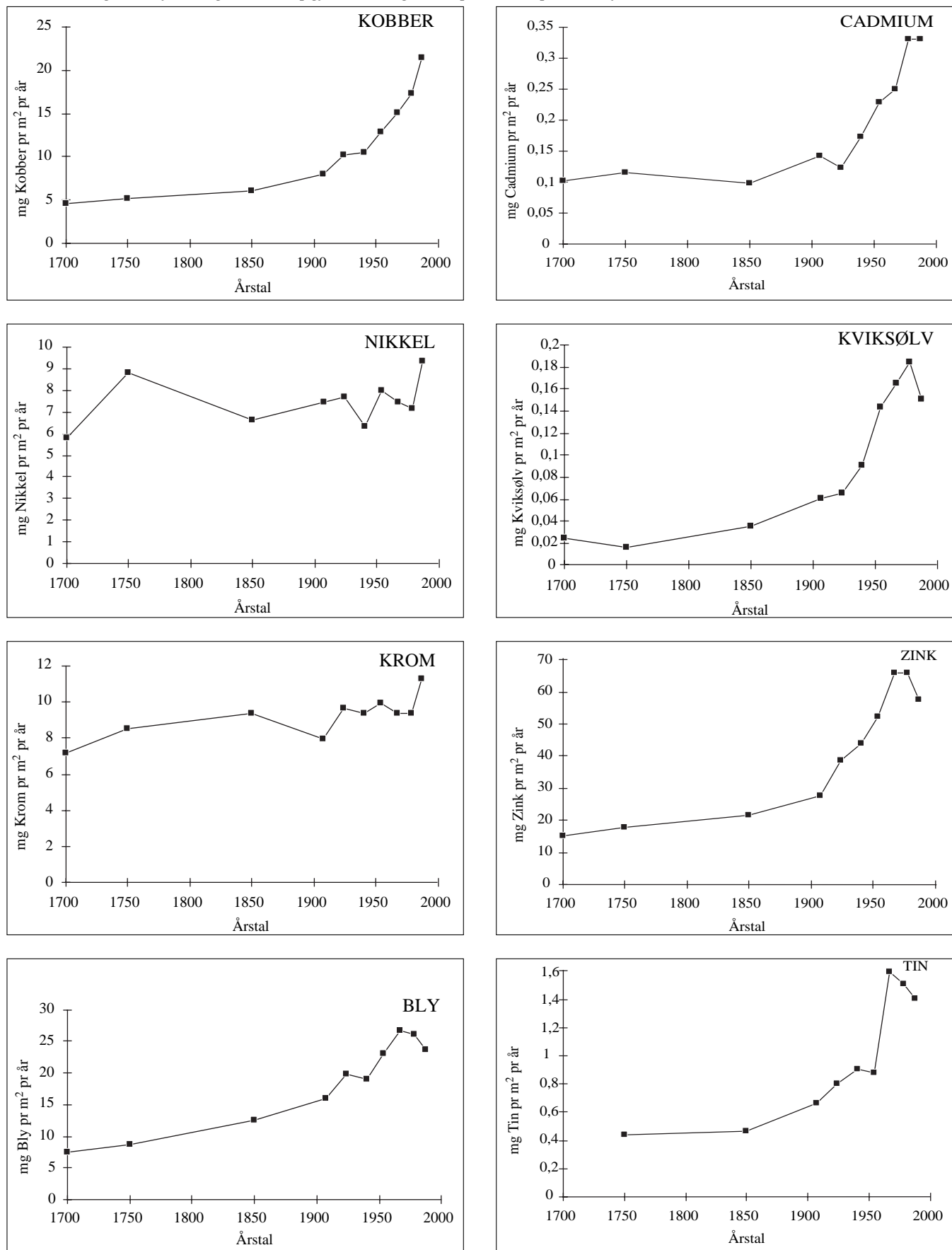
Figur 13.9 viser den tidsmæssige udvikling fra ca. år 1700 og frem, udtrykt som antal mg tungmetal tilført pr.  $\text{m}^2$  pr. år. Bilag 13.2 giver de beregnede akkumulationsrater. Nedenfor er udviklingen kommenteret for udvalgte tungmetaller. For en detaljeret beskrivelse af udviklingen henvises til Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1993.

Kobber er det eneste tungmetal som i undersøgelsen viser en fortsat forøgelse i tilførslen. Et væsentligt bidrag til denne forøgelse antages at komme fra kobberets anvendelse i skibsmalinger. Brugen af kobberbaserede skibsmalinger er stigende, da det anvendes som erstatning for langt giftigere organiske tin forbindelser. Tinforbindelser er i dag forbudt til fartøjer mindre end 25 m. Da kobber også i stigende grad anvendes i rørinstallationer må det forventes at kobbertilførslen via spildevand til Mariager Fjord fortsat er stigende.

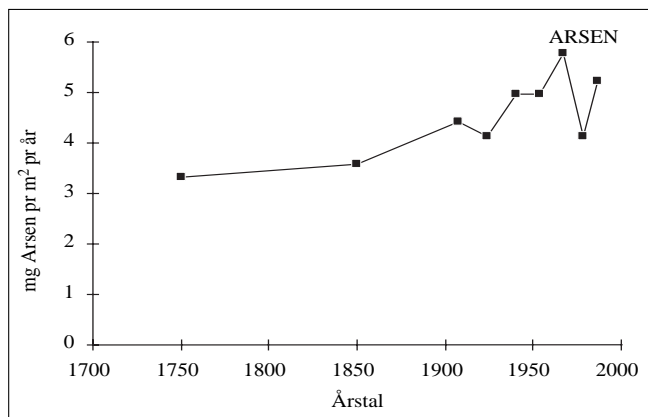
Kildefordelingen (figur 13.8) viser, at over 50% af blyet til Mariager Fjord stammer fra atmosfærisk nedfald. Faldet i blytilførslen skyldes sandsynligvis en stigning i brugen af blyfri benzin med en nedbringelse af luftforureningen til følge.

Figur 13.9

Akkumuleringsraten for tungmetaller opgjort som mg metal pr. m<sup>2</sup>/år i perioden fra ca. år 1700 til 1991.



Figur 13.9  
Fortsat



At cadmium tilførslen til de øverste sedimentlag ikke viser fortsat stigning kan måske tilskrives en bedre indsamling af cadmiumholdige batterier, hvorved især forurening fra affaldsforbrænding mindskes.

Faldet i kviksølvtilførslen skyldes, at en række udledninger fra Hobro enten er ophørt eller bragt under kontrol. Det gælder kviksølvbejdsning af såsæd, udblæsning af kviksølvmanometre m.v.

Faldet i tilførslen af zink kan tilskrives det forhold, at mange rørinstallationer (tagrende, vandrør) i dag erstattes af plast eller kobberinstallationer. Ca. 40% af zinktilførslen kommer fra atmosfæren (figur 13.8).

Tilførslen til Mariager Fjord steg dramatisk fra 1960 til 1970 fra 0,8 til 1,6 mg/m<sup>2</sup>/år. Denne udvikling må i stor udstrækning tilskrives brugen af tinforbindelser som antibegroningsmidler i skibsmalingen. Tilførslen ligger fortsat forholdsvis højt, men er dog faldende. Fra 1990 er der som nævnt indført forbud mod anvendelse af tinbaserede malinger til skibe under 25 m, og der forventes derfor et yderligere fald.

### 13.3 Sammenfatning

I 1991 blev der i Mariager Fjord udtaget 2 sediment-søjler til bestemmelse af den historiske udvikling i tilførslen af kvælstof og fosfor samt tungmetallerne kobber, nikkel, krom, bly, cadmium, kviksølv, zink, tin og arsen. Endvidere blev der foretaget en aldersbestemmelse af sedimentet med bly-210. De 2 sedimentkerner repræsenterer sedimentet fra den dybere del af fjorden mellem Hobro og Mariager, med vanddybder større end 10 m.

Den årlige nettosedimentation blev beregnet til ca. 300 g tørstof/m<sup>2</sup>/år svarende til en sedimenttilvækst i fjordens dybere dele (22 m) på ca. 7 mm/år og ca. 1,5 mm/år på 10,5 m's dybde.

Både kvælstof- og fosforindholdet aftog med øget sedimentdybde. Sedimentets kvælstofindhold var frem til 1950 på 13-16 mg N/g tørstof, mens målingerne i 1991 viser et indhold på 21 mg N/g tørstof. Nettoakkumulationsraten blev beregnet til 7 g N/m<sup>2</sup>/år. Sedimentets fosforindhold var frem til 1950 mindre end 1,3 mg P/g tørstof, mens der i 1991 blev målt 2,4 mg P/g tørstof på st. 7 og 2,0 mg P/g tørstof på st. 8. Det er beregnet, at ca. halvdelen af den sedimenterede fosfor frigives til vandfasen og resten 0,3-0,4 g P/m<sup>2</sup>/år deponeres endeligt i sedimentet.

En undersøgelse af sedimentationen v.h.j. a. sedimentfælder i sommeren 1993 viste, at sedimentationsraten for organisk stof, kvælstof og fosfor var væsentligt højere i den øvre opblandede vandmasse (5 og 10 meter) end i den nedre stillestående vandmasse (15 og 21 meter). Sedimentation kunne kun forklare en lille del af faldet i kvælstof- og fosforkoncentrationen i den øvre vandmasse i foråret. Hovedparten af faldet skyldtes sandsynligvis, at kvælstof og fosfor blev optaget af alger, som derefter blev ædt af blåmuslinger, samt at kvælstof blev denitrificeret. I løbet af sommerhalvåret kunne sedimentation kun forklare en lille del af stigningen i koncentrationen af total-kvælstof og total-fosfor i den nedre vandmasse. Stigningen skyldtes sandsynligvis remineralisering af sedimenteret materiale af ældre dato. Der blev målt akkumulationsrater af kvælstof og fosfor af samme størrelsesorden som i 1991.

Fra omkring år 1900 er der sket en gradvis stigning i sedimentets indhold af kobber, bly, cadmium, kviksølv, zink, tin og arsen. Denne udvikling afspejler sig tydeligst på den dybeste station. Sedimentets indhold af krom og nikkel udviser derimod ikke nogen udviklingstendens i denne periode. Stigningen skyldes den

industrielle udvikling, hvor forbruget af tungmetaller stiger i takt med, at de indgår i en lang række af processer og produkter og en øget anvendelse i landbrug, husholdning m.v. Udviklingen afspejler således både en øget lokal tilførsel, samt en tilførsel via fjerntransport i form af luftbåren spredning af tungmetaller.